

【問1】（環境工学1）

次の問題1～2に答えよ。

問題1 次の文章を読んで、括弧内①～⑦を埋めよ。回答は語群から選べ。

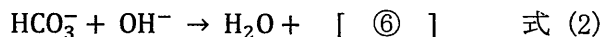
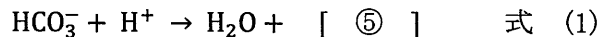
秋田県の玉川温泉は、a pH1という強酸性の温泉である。一般に火山系の温泉は、地表水が地下に浸透してマグマで熱され、そこに火山ガスが溶け込んでつくられる。玉川温泉は塩酸-硫酸系の温泉である。特に塩化水素成分が多い。このような温泉は世界的にも珍しい。大噴と呼ばれる湧出口から流れ下る玉川の水は昔から「毒水」として知られ、玉川の水を利用した水田では、はるか 80 km 先の仙北平野までコメの減収が常態化していた。

昭和初期には大噴のお湯を地下に流し込み地中の岩石や粘土と反応させて中和する試みがなされた。しかし、抜本的解決には至らなかった。そこで大胆な一手が打たれた。玉川の水を田沢湖に引き込む計画が立てられたのだ。田沢湖は水深 423 m という日本最深の湖であり、文字通り巨大な水がめである。この水で希釈しようというわけだ。また、湖水には、b 炭酸水素イオンが十分あり、これは酸性水中の水素イオンと( ① )を起こす。これらの効果による水質改善も期待された。

昭和 15 (1940) 年、玉川の水が田沢湖に流入し始めると、それまで中性だった田沢湖の水は、みるみるうちに酸性化していった。期待通りに進まなかったのだ。計画では玉川の酸性水が湖水と混ざると、炭酸水素イオンが ( ① ) を起こして pH が ( ② ) はずだった。しかし、実際には ( ① ) が進むのと同時に酸性水に溶けていたアルミが懸濁物を作りながら水素イオンを放出した。水素イオン濃度が上昇すると pH は ( ③ )。2つの反応が互いに打ち消しあって、河川水の pH は低い状態を保ったまま維持し田沢湖は酸性化していった。その結果、時間とともに田沢湖から酸性水に弱い生物が減り始めた。

坂口有人, 著すぎる田沢湖 - 塩酸の温泉と人々の歴史, ジオルジュ, 12 (2), 9-11, 2023 より抜粋・一部改変

(ア) 下線部 a について、pH 1 の水溶液の水素イオン濃度  $[H^+]$  は ( ④ ) mol/L である。  
(イ) 下線部 b について、河川水中には通常、炭酸水素イオン ( $HCO_3^-$ ) が含まれている。この炭酸水素イオンは、式 (1)(2) に示されるように、水素イオンや水酸化物イオンと反応して河川の pH を一定に保つ役割を果たす。



(ウ) 上記 (イ) で示されるような、河川の pH を一定に保つ役割を ( ⑦ ) という。

語群	0.001、	0.1、	1、	上がる、	下がる、	変化しない、	
	中和反応、	中和滴定、	緩衝作用、	化学平衡、	CO <sub>2</sub> 、	CO、	
	O <sub>2</sub> 、	O <sub>3</sub> 、	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>				

問題2 次の文章を読んで、括弧内①～⑩を埋めよ。①～⑩は語群から選び、⑩は記述せよ。

環境水中の有機汚濁物質の指標として、(①)、(②)、全有機炭素量(英語略号は(③)、(④)、(⑤))が用いられている。

(①)は、(⑥)や二クロム酸カリウムを用いて試料水を酸化した際に消費される酸化剤の量を酸素量に換算して示され、それぞれ(③)<sub>mn</sub>、(③)<sub>cr</sub>と呼ばれる。

(②)は、環境水中の有機物がどの程度好気性微生物類により酸化され、酸素を消費したかによって示される。採取試料をあらかじめ正確に容量のわかっている細口共栓ガラス瓶に入れて密栓し、(⑦)℃、暗室の一定条件下で(⑧)日間静置し、初日と(⑧)日後の(⑨)を測定する。その差から好気性微生物類による酸素の消費量を求める。

(③)、(④)は、環境水中の有機物を直接分析する方法ではない。そのため、しばしば、(⑤)の測定が行われる。この(⑤)の測定には、自動計測器が広く用いられている。(⑤)の分析手法の大半は相対分析法である。相対分析法は、濃度が既知である標準試料を測定し、濃度と信号との関係をプロットした(⑩)をまず作成する。そのうえで未知試料の信号を測定し、関係式から濃度を導く。

図1は(⑤)の(⑩)である。信号が「50.0」であったときの濃度は(⑩)である。計算過程もあわせて示せ。

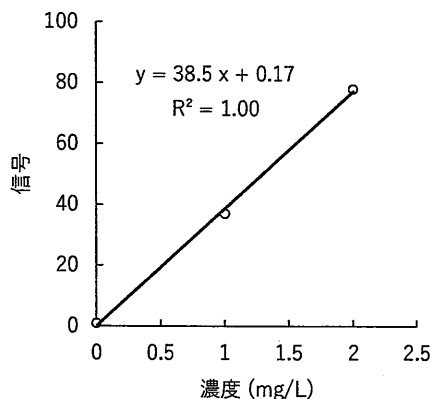


図1

語群						
生物化学的酸素要求量、	PO <sub>4</sub> -P、	TOC、	TPU、	BOD、	ICP、	COD、
過マンガン酸カリウム、	チオ硫酸ナトリウム、	化学的酸素要求量、	過酸化水素			
水、	滴定曲線、	検量線、	ウィンクラー法、	溶存酸素量、		
25、	20、	7、	5、	1		

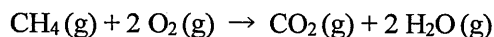
【問2】（環境工学2）

次の問題1～4に答えよ。

問題1 原子と原子を結びつける力である「イオン結合」、「金属結合」、「共有結合」について、それぞれ例を1つ挙げ、どのような結合か説明せよ。

問題2 10 wt%の食塩水を  $100 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$  の流量で蒸発装置に連続的に送り、加熱濃縮して 16 wt%の食塩水を得たい。蒸発水の流量  $W$  [ $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ ] および濃縮液の排出流量  $D$  [ $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ ] を求めよ。この加熱濃縮操作は、定常状態の反応を含まない物理操作である。

問題3 メタンの燃焼は次の反応式のように進む。



(1) ある時点での酸素の消費速度は  $0.2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$  であった。この時点でのメタンの消費速度 [ $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$ ] と二酸化炭素の生成速度 [ $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$ ] を求めよ。

(2) 最初、メタンが 10 mol あり、酸素の平均消費速度が  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$  であったとすると、20s 後におけるメタンの残存量 [mol] を求めよ。

(3) メタン 1 mol を過剰空気量 20% で燃焼した。メタンの反応率は 90% であった。反応後における酸素の残存量 [mol]、二酸化炭素の生成量 [mol] を求めよ。ただし、空気は酸素 20%、窒素 80% とする。

問題4 自身が、今後の日本において重要と考える1次エネルギーを1つ挙げ、重要であると考えられる理由と普及における課題点について 200 文字程度で記述せよ。